

Application des indicateurs de R&D et d'innovation technologique. Une étude comparative entre la Chine et les pays émergents en 2019

Application of R&D and technological innovation indicators. A comparative study between China and emerging countries in 2019

AGAB Akli

¹Laboratoire Economie et Développement, Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Science de Gestion, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algérie, akli.agab@univ-bejaia.dz

Reçu le: 04/02/2022

Accepté le: 18/04/2022

Résumé:

La recherche et l'innovation sont les puissants leviers de compétitivité et de croissance économique à l'ère de l'économie fondée sur la connaissance (*Knowledge based economy*-KBE). L'objet de cet article consiste à étudier les performances scientifiques et technologiques de la Chine comparativement aux pays émergents. Les résultats de recherche ont montré que les performances scientifiques et technologiques de la Chine sont largement supérieures à celles de la Corée du Sud, de l'Inde, du Singapour, de la Russie, du Brésil et de l'Afrique du Sud. Les niveaux technologiques élevés de la Chine sont liés à la fois à des facteurs micro-économiques en relation avec l'entreprise, l'université, la diaspora ; et, à des facteurs macro-économiques liés au système national d'innovation intégré, à l'IDE et au commerce extérieur. Enfin, la valorisation et l'investissement dans la recherche universitaire est l'une des perspectives de développement technologique des pays en développement.

Mots clés: R&D, Innovations technologique, Pays émergents, Chine.

Jel Classification Codes: O32, O33, O57

Abstract:

Research and innovation are powerful levers for competitiveness and economic growth in the era of the knowledge-based economy (KBE). We try in this article is to study the scientific and technological performance of China compared to emerging countries. The research results showed that China's scientific and technological performance is far superior to that of South Korea, India, Singapore, Russia, Brazil and South Africa. China's high technological levels are linked to both micro-economic factors related to the company, the university, the diaspora; and macro-economic factors related to the national innovation system, FDI and foreign trade. Finally, the promotion and investment in university research is one of the prospects for technological development in developing countries.

Key Words: R&D, Technological innovations, Emerging countries, China.

JEL Classification: O32, O33, O57

1. Introduction:

La croissance et la compétitivité à l'ère de l'économie fondée sur la connaissance (*Knowledge based economy*-KBE) sont liées aux investissements dans la recherche et dans l'innovation technologique des entreprises, des pays et des régions. Les pays qui ont réussi leur insertion dans l'économie fondée sur la connaissance sont ceux qui font d'importants investissements dans des domaines technologiques à fort potentiel de savoir(OCDE, 2016).

Le monde est caractérisé par une activité inventive intense¹. Selon l'organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), le nombre de demandes de brevets dans le monde en 2008 est 2 millions, contre 1 million en 1990, pour atteindre enfin la barre de 3,2 millions en 2019(OMPI, Brevets d'invention, 2021). Dépassant du loin un doublement du dépôt de brevets, ces chiffres sont impressionnants, atteignant des niveaux très élevés, qualifiés de « patent explosion ! » par l'OMPI.

Contrairement aux pays africains qui ont raté leurs passages vers l'économie de la connaissance en détenant seulement 0.5 % du total des dépôts de brevets dans le monde, les pays asiatiques ont réussi leur insertion dans l'économie fondée sur la connaissance, en possédant 80 % du total des dépôts(OMPI, Brevets d'invention, 2021). Ces dépôts ont été déposés principalement dans les offices de propriété intellectuelle des pays émergents asiatiques. Le nombre de brevets déposés en Chine est de 1 441 085 brevets, soit 45,7% du total mondial en 2020 selon l'OMPI, détenant ainsi la tête de classement mondiale en matière de dépôt.

Les niveaux élevés d'innovation technologique réalisés par les pays émergents méritent bien notre attention notamment le cas de la Chine. Les hautes performances technologiques de la Chine interpellent notre curiosité scientifique pour étudier les facteurs qui sont à l'origine de son développement technologique. L'expérience technologique de la Chine est très intéressante à plus d'un titre. Se trouvant presque au même niveau du développement technologique que les pays africains et latino-américains, dans les années 60, elle a pu devenir le premier détenteur de brevets d'invention, dans le monde, en 2020 selon l'OMPI.

Grace à l'application des indicateurs de l'économie de la connaissance, nous allons apporter quelques éléments de réponse. Ainsi, via la mobilisation de ces indicateurs découle notre problématique que nous allons énoncer en ces termes: Quelles sont les performances de la Chine en matière de recherche et d'innovations technologique comparativement aux pays émergents? De cette question centrale découlent plusieurs questions subsidiaires : Quels sont les facteurs micro-économiques

¹Selon l'*Indice mondial de l'innovation* 2021, les investissements dans l'innovation ne sont pas impactés négativement par la crise sanitaire Covid-19 (OMPI, 2021).

et macroéconomiques à l'origine des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine ?

Cette question centrale repose sur deux hypothèses que nous essaierons de vérifier. Vue l'état global de l'économie chinoise (1^{ière} puissance du commerce mondial, 2^{ième} puissance économique mondiale, 2^{ième} destination de flux d'IDE dans le monde, etc.), nous supposons que la Chine a des performances technologiques supérieures à celles des pays émergents (Hypothèse 1). Cependant, Vu les performances de la Corée du Sud (la Corée du Sud détient le rapport DIRD²/PIB le plus élevé au monde), le rattrapage technologique de l'Inde (les avancées spectaculaires de l'Inde dans les technologies informatiques et en biotechnologies ; la ville de Bangalore est réputée comme la *Silicon Vally* de l'Asie etc.) ... nous supposons que les performances technologiques de la Chine sont inférieures à celles des pays émergents (Hypothèse 2).

Le champ spatial de notre étude se limite à la Chine. Toutefois, nous allons recourir, à plusieurs reprises, à des comparaisons fréquentes avec les pays émergents dans le domaine de la R&D et de l'innovation technologique pour déterminer la position de la Chine comparativement à ces pays.

Pour vérifier nos hypothèses nous allons mobiliser une démarche méthodologique à la fois comparative et analytique. Nous nous appuyons sur les indicateurs de l'économie de la connaissance issus du *Manuel de Frascati*³ que nous appliquerons aux pays étudiés à travers la mobilisation des statistiques issues des bases de données des instances internationales (OMPI, OCDE, UNESCO, ...) pour déterminer les performances de la Chine comparativement aux pays émergents.

Ainsi, notre analyse commence par détermination des performances technologiques de la Chine comparativement aux pays émergents. Ensuite, à travers les constats que nous avons tirés de l'application de ces indicateurs et la mobilisation des études de ceux qui ont déjà travaillé sur ce sujet, nous allons énumérer les facteurs micro-économiques et macro-économiques à l'origine des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine.

2. Les performances en R&D et en innovation technologique des pays émergents

La croissance mondiale se déplace des pays de l'OCDE vers les pays émergents qui tablent de plus en plus sur l'innovation pour monter dans la chaîne de valeur (OCDE, 2016). Découvrons les performances en recherche et innovation technologique de la Chine comparativement aux pays émergents.

²DIRD : Dépenses intérieurs de recherche et développement

³Pour plus de détails sur les indicateurs scientifiques et technologiques du Manuel de Frascati, veuillez lire OCDE, (2015), Manuel de Frascati 2015, Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental, Mesurer les activités scientifiques, technologiques et d'innovation, OECD Publishing, Paris. 448 pages, (France).

2.1 L'intensité du dépôt de brevets

Le brevet d'invention constitue l'indicateur par excellence de mesure de l'innovation technologique préconisé par l'OMPI. Ainsi via ce baromètre, nous pourrions s'offrir une appréciation de l'innovation technologique de la Chine comparativement aux pays émergents. Pour situer l'évolution de dépôts de brevets en Chine, le tableau ci-dessous reprend le dépôt des brevets durant la décennie 2011-2020 des pays émergents.

Tableau N°1: Intensité des dépôts de brevet* dans les pays émergents en 2019

Pays	Total des dépôts de Brevets en 2019	Classement mondial selon l'indice de l'innovation 2019
Chine	1 328 067	1
Coré du Sud	248 550	9
Russie	29 712	6
Inde	34 051	4
Singapour	7 378	8
Brésil	7 458	16
Afrique du Sud	1 517	14

(*) Résidents et à l'étranger

Source :Établi par nous à base des données statistiques de l'OMPI (2021)

En termes de dépôt de brevets, la Chine est le pays qui a déposé le plus de brevets au monde. La Chine a déposé le plus de brevets que les pays émergents tous réunis. En 2019, le nombre de brevets déposés par la Chine est 5,34 fois supérieur à l'ensemble des dépôts des pays émergents. L'hégémonie technologique mondiale de la Chine est confirmée par *l'Indice de l'Innovation* de l'OMPI, de 2019, dans lequel nous retrouvons la Chine dans la première position. Cependant, l'Afrique du Sud est devancée par tous les pays émergents, elle figure à la 40^{ième} position dans le classement mondial de l'innovation technologique.

Selon l'OCDE (2020), après la Chine, c'est l'Inde qui est le principal pays d'innovation collaborative avec les États Unis d'Amérique. Au Brésil, une forte interaction entre la recherche universitaire et les entreprises a donné lieu à des innovations collaboratives. Cependant, cette interaction n'a pas atteint le degré enregistré en Chine, en Corée du Sud en Inde et au Singapour. Pour booster sa dynamique d'innovation l'Afrique du Sud s'est basée sur les universités technologiques, centres de prototypage et de test, offrant des solutions innovantes à l'industrie (OCDE, 2020).

Selon l'OMPI (2020), pour améliorer leur dynamique d'innovation, les pays émergents doivent agir aussi sur la protection des droits de propriété intellectuelle, l'un des défis permettant d'attirer les investissements étrangers à forte intensité de savoir et pour encourager l'innovation parmi les entreprises nationales (OMPI, 2020).

2.2 L'intensité de la dépense intérieure en R&D

En termes de dépenses totales (publiques et privées) de R&D, la Chine est le pays qui dépense le plus au monde après les Etats-Unis, consacrant 5,12 fois plus à la R&D que la Corée du Sud, 8,95 fois plus que l'Inde et 14,47 fois plus que le Brésil. La Chine dépense plus que l'ensemble des pays émergents réunis. Cependant, concernant, le rapport DIRD/PIB la Chine est devancé par la Corée du Sud (4,64 %), l'Afrique du Sud (3,50 %), la Russie (1,84 %), le Singapour (8,83 %) et l'Inde (0,65 %).

Tableau N°2 : Indicateurs d'intensité de la R&D des pays émergents

Pays	Dépenses intérieure brute de R&D en 2019 (Million de \$ US PPA courants)	DIRD en pourcentage du PIB en 2019
Chine	525 693,44	0,48
Corée du Sud	102 521,44	4,64
Inde	58 721,37	0,65
Brésil	36 315, 51	0,16
Russie	44 500,51	1,84
Singapour	10 530,53	0,83
Afrique du Sud	6 025,58	3,50

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE et de l'UNESCO (2021)

Pour appuyer son système de la R&D la quatrième Conférence Nationale sur les Sciences et la Technologie chinoise fixe comme objectifs d'augmenter l'effort de RD, d'atteindre 2,5% du PIB en 2023(OCDE, 2020).De plus la Chine s'est dotée de 700 centres de recherche, établis par des entreprises étrangères actives en Chine, en 2010, contre une centaine environ à Singapour et en Inde. Cette donnée, couplée au montant énorme des investissements directs étrangers, contribue évidemment au développement de talents locaux dans les innovations de haute technologie(UNESCO, 2020).

2.3 L'intensité du capital humain mobilisé

Concernant le nombre de chercheurs, c'est la Chine qui détient le plus grand nombre de chercheurs au monde devançant de 1,47 fois les pays émergents tous réunis. Le nombre de chercheurs en Chine est 4,89 fois plus élevé qu'en Corée du Sud, 3,81 fois plus élevé qu'en Inde, 5,26 fois plus que la Russie, 5,37 fois plus que le Singapour, 11,71 fois plus que le Brésil et 108,09 fois plus que l'Afrique du Sud. Concernant le rapport du nombre de chercheur pour 1 million d'habitants, la Chine est devancée par le Singapour (04), la Russie (09), la Corée du Sud (16).

Tableau N°3 : Indicateurs d'intensité du capital humain

Pays	Nombre de chercheurs temps plein en 2019	Nombre de chercheurs temps pleins pour 1 million d'habitants en 2019
Chine	2 109 459	34
Corée du Sud	430 690	16
Inde	552 699	44
Brésil	179 989	36
Russie	400 663	09
Singapour	392 272	04
Afrique du Sud	19 515	62

Source : Établi par nous à base des statistiques de l'OCDE et de l'UNESCO (2021)

L'essor des pays émergents a modifié la carte de l'économie mondiale. Considérée durant les années 1990 comme « l'atelier du monde », la Chine fait désormais partie des pays techniquement avancés, en détenant le record mondial dans le nombre de chercheurs impliqué dans la R&D et dans les exportations de de hautes technologie, ce qui exprime sa vocation à l'hégémonie mondiale. Après la Chine, c'est la Corée du Sud qui dispose de performances très élevées en R&D et en innovation en détenant le rapport DIRD/PIB le plus élevé au monde⁴.

La Chine a investi massivement dans les ressources humaines en science et technologie. Le nombre de diplômés du premier cycle de l'enseignement supérieur a presque triplé depuis 2010(UNESCO, 2020).La stratégie de la Chine en termes du capital humain se traduit aussi par le développement de l'enseignement scientifique et technique en affichant l'ambition de former chaque année 300 000 ingénieurs de haut niveau. Cependant, cette tendance n'est pas la même dans tous les pays émergents, les efforts de la Chine, de la Corée du Sud, de Singapour et de l'Inde sont supérieurs à ceux de la Russie, du Brésil et de l'Afrique du Sud(UNESCO, 2020).

La tendance des publications selon *Science Citation Index* (SCI) indique que la Chine, la Corée du Sud, l'Inde et le Singapour mettent l'accent sur les domaines de la biotechnologie, des technologies de l'information et de la communication, de nouveaux matériaux et la nanotechnologie à un degré supérieur par rapport à la Russie, au Brésil et à l'Afrique du Sud(UNESCO, 2020).

⁴En 2008, la nouvelle administration coréenne a fusionné un certain nombre d'agences scientifiques et techniques en les regroupant dans deux ministères : le ministère de l'Éducation, de la Science et de la Technologie (MEST), qui s'occupe principalement de la R&D fondamentale, et le ministère de l'Économie de la connaissance (MKE), en charge essentiellement de la R&D appliquée et industrielle (OCDE, 2016).

2.4 L'intensité de la dépense en R&D des entreprises

En termes de dépenses intérieures de R&D des entreprises (DIRDE) dans le produit intérieur brut, les entreprises coréennes tiennent la tête de classement, devançant les entreprises chinoises de 1,08 %, les entreprises singapouriennes et sud-africaines de 3,22% et les entreprises russes de 3,28 %. En terme de variation du pourcentage de la DIRD des entreprises dans PIB entre 2013 et 2019, les entreprises Sud-coréennes tiennent la tête de classement (+ 0,58 %), devançant les entreprises chinoises (+0,21 %), les entreprises sud-africaines (+0,05 %) et les entreprises indiennes (– 0,03 %).

C'est le même constat que nous avons observé en termes de pourcentage de la DIRD financée par les entreprises en 2019, ce sont les entreprises coréennes qui tiennent la tête de classement en devançant légèrement les entreprises chinoises de 0,69 % mais dépassant largement les entreprises singapouriennes de 23, 87 %, les entreprises brésiliennes de 33,25 %, les entreprises indiennes de 40,15%, les entreprises sud-africaines de 35,54 % et les entreprises russes de 46,75 %.

Tableau N°4 : Intensité des dépenses de R&D des pays émergents en 2019

Pays	DIRD financées par les entreprises en pourcentage du PIB en 2019	Pourcentage de la DIRD financée par les entreprises en 2019
Chine	1,70	76,26
Corée du Sud	3,57	76,95
Singapour	0,35 (2017)	53,08
Inde	0,24	36,8 (2017)
Brésil	ND	43,70 (2018)
Russie	0,29	30,20
Afrique du Sud	0,35 (2017)	41,41 (2017)

Source : Établi par les auteurs à base des statistiques de l'UNESCO (2021)

Le secteur privé, en Chine, a financé environ 70 % des DIRD et l'État, 24 %. Une petite partie des DIRD (1.2 %) a été financée par l'étranger en 2019(OCDE, 2016). Les investissements de la Chine via l'effort R&D dans environ 150 entreprises d'Etat ont atteint 100 milliards de yuans, soit une part importante des dépenses annuelles de R&D. Afin de promouvoir l'innovation dans les entreprises, la Chine offre également des allègements fiscaux concernant des dépenses de R&D, et elle tente de créer des dynamiques locales en s'appuyant sur le concept de cluster et de Zones de Développement Economique et Technique (ZDET). Les 54 zones créées en 1984 visent à attirer des entreprises étrangères opérant des transferts de haute technologie et à créer une dynamique d'innovation nationale(OCDE, 2016).

Les liens entre l'université et les entreprises en Chine, en Inde, Singapour et en Corée du Sud sont fort et durables contrairement à l'Afrique du Sud et au Brésil qui

accusent un retard significatif en la matière, ce qui a impacté négativement leurs innovations collaboratives(OCDE, 2020).

Selon l'OCDE, les sources des innovations des entreprises sud-africaines se trouvent dans l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels et de R&D internalisée. Peu des entreprises qui se livrent à des activités de RD externalisées. La R&D universitaire n'est significatif que pour environ 5% des entreprises. Les réseaux d'innovation et de R&D ne sont pas encore largement diffusés entre les entreprises et les secteurs(OCDE, 2020).

Les chercheurs brésiliens et sud-africains sont accaparés par l'université. En Afrique du Sud, le financement de la recherche des étudiants de troisième cycle est tributaire des besoins l'industrie(UNESCO, 2020).

2.5 Exportations de biens intensifs en connaissance

Concernant les exportations de haute technologie, la Chine a affirmé encore une fois son hégémonie mondiale en détenant la tête du classement mondiale, en devançant de 02,04 fois les pays émergents tous réunis. La Corée du Sud vient en seconde position devançant le Singapour de 1.01 fois, l'Inde de 6,49 fois, le Brésil de 16,42 fois et l'Afrique du Sud de 83,91 fois. Nous avons observé le même constat en termes de variation des exportations de haute technologie entre 2013 et 2019. La Chine tient la tête de classement (+ 241,32 milliards), devançant la Corée du Sud (+ 21,48 Milliards), l'Inde (+ 12,86) et le Brésil (0,61) et l'Afrique du Sud (- 0,67).

Tableau N°5 : Intensité des exportations de haute technologie des pays émergents

Pays	Exportations de haute technologie en 2019 (Milliards de Dollar PPA courants)	Classement mondial de 2019 des pays exportateurs de produits de haute technologie
Chine	715,84	01
Corée du Sud	153,56	15
Singapour	150,96	06
Inde	23,64	22
Brésil	9,42	31
Russie	10,86	29
Afrique du Sud	1,83	44

Source : Établi par les auteurs à base des données statistiques de l'UNESCO (2021)

L'observation des flux de commerce de produit de haute technologie dans le monde indique certains changements dans la tendance des échanges. Dans les années 90, les pays avancés détiennent la totalité des exportations mondiales de haute technologie notamment les Etats Unis, le Japon et l'Allemagne. Au début des années 2000, ces pays commencent à perdre leurs parts dans le marché mondial suite à l'arrivée

des pays émergents qui représentent environ 15 % à 20 % de la production industrielle dans les années 90 pour atteindre en 2005 presque 40 % dépassant les exportations des Etats Unis(OCDE, 2016). Les années 2010, sont marquées par l'hégémonie chinoise dans le commerce international de technologie évinçant l'Allemagne qui est auparavant leader mondial.

La politique de la Chine en matière d'innovation, formulée dans le plan à moyen et long termes de développement de la science et de la technologie, vise à édifier une société tournée vers l'innovation. Certaines mesures récentes, comme l'augmentation des bonifications à l'exportation et la baisse des taxes et des taux d'intérêt sur les transactions immobilières, contribueront à stimuler le marché intérieur(UNCTAD, 2021).

Contrairement au reste des pays émergents, un manque d'institutions de financement de capital-risque a été observé en Russie et en Afrique du Sud(OCDE, 2020).

3. Les facteurs microéconomiques et macroéconomiques des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine

Nous avons réparti les facteurs explicatifs en deux catégories, les facteurs micro-économiques liés essentiellement à l'entreprise, aux établissements publics de recherche, à la diaspora et les facteurs macro-économiques en relation avec le système économique chinois dans sa globalité.

3.1. Les facteurs microéconomiques des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine

Les facteurs microéconomiques des performances technologiques de la Chine sont liés à l'entreprise chinoise, à la recherche universitaire et surtout à l'apport de la diaspora scientifique et technique chinoise. Examinons à présent comment ces facteurs ont-ils contribué aux hautes performances technologiques chinoises ?

3.1.1. Le recrutement du capital humain hautement qualifié par les entreprises

Selon les indicateurs du capital humain impliqué en entreprise de l'UNESCO (2021), la Chine dispose de hautes performances par rapport aux pays émergents. Le tableau ci-dessous montre les performances en capital humain des entreprises chinoises comparativement aux pays émergents.

En termes du nombre de chercheurs équivalent plein temps impliqué par les entreprises en 2019, les entreprises chinoises figurent en première position. Les entreprises chinoises ont devancées les entreprises sud-coréennes de 9 fois, les entreprises singapouriennes de 153 fois, les entreprises indiennes de 20 fois, les entreprises brésiliennes de 49 fois, les entreprises russes de 9 fois, les entreprises sud-

africaines de 264 fois. En termes du pourcentage des chercheurs équivalent plein temps impliqués en entreprises, la Chine figure aussi en première position devant tous les pays émergents. 78,16 % du total des chercheurs en Chine se trouvent dans le secteur privé (entreprises).

Nous retrouvons aussi le même constat concernant le personnel total de R&D équivalent plein temps impliqué en entreprises en 2019 dans lequel nous retrouvons la Chine en première position devant tous les pays émergents.

Tableau N°6 : Capital humain impliqué par les entreprises dans les pays émergents en 2019

Pays	Personnel total de R&D équivalent plein temps (EPT) en entreprises	Pourcentage de personnel total de R&D équivalent plein temps (EPT) en entreprises	Nombre de chercheurs en entreprises	% des chercheurs en entreprises
Chine	3 424 779,90	78,16	1 143 156	61,25
Corée du Sud	383 321,49	76,45	334 810	81,98
Singapour	22 277	50,04	19372	49,89
Inde	167 524	30,29	116294	34,02
Brésil	(2015) 69746	22,03 (2015)	47908 (2015)	26,61 (2015)
Russie	359 385	47,38	5482	44,19
Afrique du Sud	12 952,9	29,26	5482	18,57

Source : Établi par l'auteur à base des données statistiques de l'UNESCO (2021)

Le classement de la Chine est expliqué par plusieurs raisons. Le secteur industriel a recruté un nombre très important de chercheurs et d'ingénieurs qui peuvent mener les activités de la R&D industrielle ; les interactions fréquentes entre les universités et les entreprises chinoises ; la présence des institutions de médiation entre l'entreprise et l'université qui facilite la relation entre la recherche et l'industrie.

3.1.2. L'apport de la diaspora scientifique et technique chinoise dans le transfert international de technologie vers la Chine

La Chine a su tirer avantages de leurs expatriés pour promouvoir ses performances technologiques. La Chine a opté pour deux approches permettant de mobiliser les diasporas qualifiées à contribuer au développement technologique de la Chine. La première considère le déplacement physique de chercheur comme gage d'efficacité (la migration circulaire et la construction des réseaux de diaspora) et la seconde qui ne nécessite pas de déplacement physique, se contentant juste de la coopération virtuelle (Elie, Lieber, & Lutringer, 2011).

Les États-Unis demeurent le premier pôle mondial d'attraction des scientifiques en provenance de Chine⁵. La diaspora scientifique et technique chinoise œuvrent depuis la *Silicone Valley* à la création de Start-Up en Chine. Cependant, les rapatriés sont réputés comme des porteurs de connaissances et de compétences nouvellement acquises ainsi que des attitudes innovantes et entrepreneuriales (Welch & Hao, 2013).

L'apport des diasporas scientifiques et techniques chinoise peut prendre plusieurs formes. La diaspora du savoir participe à la formation en Chine à travers la participation dans l'établissement de manuels et de programmes d'enseignement et de formation. La diaspora offre aussi le conseil et d'expertise aux entreprises et aux institutions et participe à l'animation et à l'évaluation de projets innovants dans le pays d'origine. Pour rapprocher le capital humain hautement qualifié des entreprises et des institutions chinoises, la diaspora collecte, gère et mis en circulation des informations sur les compétences des membres de la diaspora scientifique et technique afin de permettre aux entreprises et aux institutions établis en Chine de trouver les personnes hautement qualifiées pour superviser leurs projets innovants (le réseau SANSAs⁶ offre par exemple la possibilité de prospection précise à distance dans des domaine de haute technologie.

La diaspora chinoise participe à la veille technologique des entreprises et des institutions en Chine à travers le transfert d'informations (connaissances, savoir) et d'équipements scientifiques et technologiques vers la Chine, tout comme elle contribue à la construction des infrastructures scientifiques et techniques en Chine, notamment les équipements informatiques et communicationnels, les ressources documentaires et les bibliothèques(OCDE, 2008).

Si la Chine a réussi à capter les talents et les ressources de sa diaspora, cela est rendu possible grâce aux politiques scientifiques et technologiques chinoises visant le développement technologique de la Chine. Ces politiques ont incité et impliqué la diaspora dans l'investissement, l'éducation, la promotion de la science et de la technologie, l'édification d'infrastructures. La Chine s'efforce depuis quelques années à inciter les entrepreneurs et compétences hautement qualifiés de la diaspora à lancer des activités dans leur pays d'origine. Les pouvoirs publics ont facilité le transfert des compétences ou faire en sorte que les institutions nationales scientifiques et d'affaires se rapprochent des institutions spécialisées dans les pays d'accueil(Elie, Lieber , & Lutringer, 2011).

⁵Selon l'OCDE, la Chine et l'Inde disposent chacune d'un capital humain de 2.7 millions de migrants vivants dans la zone OCDE.

⁶SANSAs est l'un des célèbres réseaux de la diaspora chinoise regroupant notamment la diaspora scientifique et technique. Les réseaux d'échange de connaissances et la transmission de technologie ont un poids capital dans le transfert de la technologie vers la Chine.

3.1.3. L'apport des universités chinoises dans le développement technologique

Les établissements publics de recherche ont un rôle capital dans les hautes performances technologiques réalisées par la Chine. Le système universitaire chinois incite fortement au dépôt de demandes de brevets d'invention (Chen, Patton, & Kenney, 2016). Comme le montre le tableau ci-dessous, les 10 premières universités chinoises totalisent un nombre de 4802 brevets déposés, en 2006. Ceci s'explique par l'orientation de la recherche universitaire en Chine vers des domaines de recherche appliqués, d'une part ; et par la coopération scientifique entre les entreprises et les universités en Chine d'autre part (Chen, Patton, & Kenney, 2016).

Pour aller plus loin, la Chine a sélectionné une centaine d'établissements d'enseignement supérieur parmi les 1800 universités chinoises et vise à porter 20 des établissements sélectionnés à un niveau d'excellence mondiale. Cette volonté de la Chine se traduit par le renforcement de la capacité à innover dans les universités pionnières chinoises.

Tableau N° 7 : Dépôt de brevets des dix premières universités en Chine en 2006

Universités	Nombre de brevets
Université de Zhejiang	1 476
Université de Tsinghua	909
Université de Shanghai Jiao Tong	875
Université du Sud Est	569
Université de Technologie Chine du Sud	512
Institut de Technologie de Harbin	432
Université de Tianjin	411
Université d'Aéronautique et d'Astronautique de Beijing	376
Université de Fudan	365
Université du Sichuan	353
Total des dépôts	4 802

Source : établi par nous à partir des statistiques de l'OCDE, (2008).

3.2. Les facteurs macroéconomiques des hautes performances technologiques de la Chine

Les facteurs macroéconomiques des performances technologiques de la Chine sont liés au système national d'innovation chinois, aux investissements directs étrangers (IDE) et au commerce extérieur. Examinons à présent comment ces facteurs ont-ils contribué aux hautes performances technologiques chinoises ?

3.2.1. Le rôle de système national d'innovation (SNI) intégré

Au début des années 90 la Chine s'est doté d'un système national d'innovation (SNI) intégré, qui a introduit le pays dans l'ère des économies fondées sur la connaissance. Le SNI chinois s'appuie sur la contribution de divers acteurs et

l'interactivité qu'ils tissent entre eux (gouvernement, administrations locales, universités, institutions de recherche, entreprises, etc.)

Par exemple pour accompagner la PME, la recherche publique en Chine, est orientée vers les segments industriels. Une fois cette recherche est finalisée, les entreprises privées sont fortement incitées à appliquer dans la production industrielle les technologies développées par les établissements de la recherche publique. La recherche publique en Chine est réinvestie beaucoup plus dans les PME souvent lancées par ou avec des universitaires (Bironneau, 2012).

Il est vitale de souligner que « *la quasi-totalité des entreprises chinoises connues mondialement comme Haier, Lenovo, Huawei et autres champions sont des anciennes entreprises publiques* » (Rigas et Wei, 2012 ; p. 97). Ces PME ont commencé petites et elles sont devenues géantes grâce à l'appui de la recherche publique, qui les a accompagné dans leurs cycle de croissance, comme le montre Rigas et Wei (2012) qui nous rappellent que « *ces entreprises ont bénéficié de technologies, R&D et main-d'œuvre qualifiée disponible dans des instituts techniques ou des centres de recherche industrielle de l'État* » (Arvantis & Wei, 2012, p. 100).

Grace au système d'innovation chinois, la coopération scientifique entre l'université et l'entreprise est très mobilisée aussi en Chine, à tel point que pour appuyer l'innovation, il arrive même que les « *technologies développées dans des laboratoires publics ou universitaires soient utilisées par des start-up sans que cette utilisation ne fasse l'objet d'un contrat* » (Bironneau, 2012, p. 100).

Lundvall et Shulin (2012), rapporte que dans le cadre de la réforme de système de recherche et d'innovation, en Chine, en vigueur depuis 1985, l'accent est mis sur les institutions de recherche notamment les universités qui fondent leurs propres entreprises. La Chine a emporté avec succès le sésame de l'entreprise universitaire, pour ces auteurs « *Lenovo, l'entreprise qui a racheté la division d'ordinateurs personnels d'IBM, est un exemple de la façon dont les universités et instituts de recherche chinois ont créé avec succès des entreprises de classe mondiale (elles peuvent être désignées sous le nom de spin-on plutôt que de spin-off)* » (Lundvall & Shulin, 2012, p. 220).

Pour consolider son système d'innovation la réforme scientifique et technologique des années 2000 en Chine, a touché 1 200 institutions de recherche « *trois cents avaient fusionné avec les entreprises de production, six cents avaient été transformées en entreprises orientées vers le marché et une minorité avait été intégrée dans une université* » (Lundvall et Shulin, 2012, p. 220). La vague des réformes de recherche et d'innovation, menée les années 2000, en Chine, a tiré des leçons du passé. « *la fusion des établissements avec des entreprises productives et la création de spin-off d'universités, qui, à l'origine, n'étaient que des exceptions, ont progressivement été*

reconnues et présentées comme une nouvelle norme légitime à imiter » (Lundvall & Shulin, 2012, p. 221).

3.2.2. Contribution des investissements directs étrangers (IDE) au transfert de technologie vers la Chine

La Chine est le 2^{ième} pays le plus attractifs des flux mondiaux d'IDE après les Etats-Unis d'Amérique (UNCTAD, 2021). Les firmes multinationales sont attirées par l'avantage de faible coût de la main-d'œuvre (production à forte intensité de main-d'œuvre) et par les incitations gouvernementales (Young & Lan, 1997). La Chine a créée depuis 1979 plusieurs zones économiques spéciales (zones de développement économique et technique) dans les régions côtières afin d'attirer des joint-ventures tournées vers l'exportation, dans lesquelles les IDE ont bénéficié d'un traitement fiscal préférentiel (Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

Les entreprises de type « joint-ventures » est le canal par lequel est opéré le transfert de technologie vers la Chine. Les joint-ventures européennes et américaines figurent en première position dans la dynamique du transfert. Elles ont participé significativement au transfert de technologie vers la Chine notamment dans les secteurs de haute technologie. La seconde position est détenue par les joint-ventures asiatiques (Japon, Hong Kong Taiwan). Environ un quart des projets sont des investissements de haute technologie dans lesquels la transférabilité de la technologie est élevée (Young & Lan, 1997).

L'apport de la diaspora scientifique et technique chinoise est capital dans le transfert de la technologie vers la Chine. Une bonne partie des flux d'IDE à destination de la Chine sont des entreprises apparentant aux chinois expatriés établis dans la zone de l'OCDE. Selon OIFC (*Overseas Indian Facilitation Center*) la part des investissements des membres de la diaspora chinoise durant la période 1991-2003, a dépassé 50 % du volume total des IDE en Chine (Smart & Jinn-Yuh, 2004). Maintenant, expliquons comment la technologie est transférée à travers ces joint-ventures?

Le transfert de technologie est effectué via des mécanismes économiques et managériaux. Dans les mécanismes économiques la technologie est transférée grâce à l'introduction dans ces jointes-ventures des technologies nouvelles appartenant aux investisseurs étrangers. Parmi lesquelles nous retrouvons l'usage de nouveaux matériaux de production (nouveaux produits et fourniture d'équipements, manuels d'utilisation, normes de production, brevets et autres savoir-faire); Le transfert de compétences d'exploitation et de maintenance est opéré à travers la formation du personnel local par les ingénieurs et les techniciens étrangers au cours de processus de production (Young & Lan, 1997).

Dans les mécanismes manageriels (organisationnels) la technologie est transférée grâce à l'introduction dans ces jointes-ventures de nouvelles technologies appartenant aux investisseurs étrangers. Parmi lesquelles figurent l'usage de nouveaux matériaux d'organisation comme les équipement de bureau et les équipement de télécommunication ; l'introduction de la documentation sur la gestion du personnel, les normes comptables et le contrôle qualité, les entreprises locales ont reçu des informations stratégiques, par exemple des plans stratégiques, des analyses de marché, des données de réseau international; le personnel local a bénéficié du transfert de logiciels d'organisation, principalement en gestion et en marketing (la principale méthode de transfert a été le contact personnel et informel) (Young & Lan , 1997).

L'impact de l'investissement direct étranger (IDE) sur la restructuration industrielle chinoise est significatif. En 1999, les filiales étrangères représentaient 28 % de la production industrielle et 70 % de la production des équipements électroniques et de télécommunication. L'impact des IDE sur l'industrie électroniques et de télécommunication chinoise a été remarquable. La production industrielle chinoise est passée de 20 en 1990 à 70 % les années 2000(Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

3.2.3. Contribution du commerce international au transfert de technologie vers la Chine

Le commerce international a permis à la Chine d'accéder à la technologie étrangère. La spécialisation de la Chine dans le commerce d'assemblage a donné naissance à un secteur industriel hautement compétitif et internationalisé. Les importations destinées à la transformation en vue de l'exportation est le principal canal de transfert de technologie, contribuant ainsi au rattrapage technologique rapide de la Chine (UNCTAD, 2021).

Le commerce de produits technologiques est fortement concentré avec le Japon et les nouveaux pays industrialisés (NPI), les Etats-Unis d'Amérique et l'union européenne. Les produits de haute technologie représentent 20 % des importations totales de la Chine depuis l'union européenne, 17 % depuis l'Amérique, contre 12 % depuis l'Asie (15 % depuis le Japon) durant les années 2000. Les États-Unis se classent au deuxième rang dans le marché des produits de haute technologie chinois (absorbent un quart des exportations chinoises), loin devant l'Europe (14 %)(Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

La structure géographique des exportations montre que la Chine est devenue une plate-forme d'exportation pour les industries asiatiques destinées aux marchés mondiaux. Le commerce de transformation de la Chine enregistre ses plus grands excédents avec les États-Unis et l'Europe, alors qu'il est presque équilibré avec le Japon et accuse un déficit avec Taïwan et la Corée du Sud(Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

Le commerce de transformation de la Chine a commencé dans le textile et l'habillement au cours des 1980 et 1990 (le premier exportateur mondial de vêtements). Par la suite, il est élargi aux machines électriques, équipements de transport et instruments de précision, pièces et composants. Enfin, le commerce de transformation est orienté durant les années 2000 et 2010, vers des produits technologiquement plus avancés tels que les machines et équipements, machines de bureau et ordinateurs, machines électriques, équipements radio et TV, instruments de précision et d'optique (UNCTAD, 2021).

Le commerce de haute technologie est fortement concentré dans deux secteurs : les équipements de radio et de télévision et les machines de bureau et les ordinateurs. Les biens échangés dans les deux secteurs ont un contenu de haute technologie exceptionnel : 64 % des importations et 52 % des exportations d'équipements de radio et de télévision sont des biens de haute technologie ; 84 % des importations et 78 % des exportations de machines de bureau et d'ordinateurs sont des biens de haute technologie (Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

Les pièces et composants constituent le principal canal d'importation de haute technologie de la Chine. 57 % de ses importations de haute technologie étaient des pièces et composants. Les biens d'équipement ne représentent qu'un tiers des importations de haute technologie. En moyenne, les pièces et composants importés incorporent plus de haute technologie que les autres catégories d'importations (près de 40 % des importations de composants ont un contenu de haute technologie, alors que ce n'est le cas que pour un tiers des biens d'équipement importés) (Lemoine & Ünal-Kesenci, 2004).

La Chine est qualifiée comme « l'atelier du monde ». Les produits intensifs en technologies, sont utilisés dans les industries de transformation et d'assemblage en vue de leur exportation vers les pays asiatiques, les Etats-Unis d'Amérique et l'Europe. Les pièces et composants importés sont utilisés dans les industries de transformation pour les exportations de haute technologie. Le commerce d'assemblage a impacté les exportations chinoises qui sont devenues plus avancées sur le plan technologique (UNCTAD, 2021).

Les opérations d'assemblage (industrie d'assemblage) effectuées par les entreprises chinoises ont considérablement contribué à la modernisation technologique des entreprises et de l'industrie chinoises en augmentant leurs capacités d'absorption et de maîtrise des technologies importées (UNCTAD, 2021).

Le commerce d'assemblage a été encouragé par une politique commerciale sélective accordant des tarifs préférentiels, du traitement au montage, les exonérations tarifaires (La réduction des barrières tarifaires et non tarifaires), le traitement fiscal

préférentiel dont bénéficient les filiales étrangères exerçant dans les zones franches. La disponibilité de la main d'œuvre et sa spécialisation internationale a aussi un rôle dans le processus de transfert de technologie en Chine.

4. Conclusion

4.1. Principales conclusions de l'article :

Au terme de cette réflexion, nous avons constaté que les pays émergents ont accordé une importance capitale à l'activité de R&D et d'innovation comme l'ont bien montré les pourcentages de la R&D dans le PIB de ces pays. L'intérêt que portent les pays émergents à l'activité de la R&D diffère d'un pays à un autre. Selon les indicateurs de l'économie de la connaissance, la Chine occupe la tête de classement, suivie par la Corée du Sud et l'Inde. En revanche, le Brésil et l'Afrique du Sud occupe la queue de classement.

L'avènement des pays émergents dans les réseaux mondiaux de la R&D et d'innovation redessinera la carte mondiale de la technologie notamment la Chine et la Corée du Sud qui sont désormais devenues des puissances technologiques qui rivalisent avec les pays développés. Les performances de la Chine sont largement supérieures à celles des pays émergents. La Chine détient désormais la tête du classement mondial en nombre de chercheurs impliqués dans la R&D et dans les exportations de haute technologie en évinçant les états Unis d'Amérique et l'Allemagne qui étaient auparavant des leaders du monde.

Considérée au cours des années 1990 comme étant « l'atelier du monde », la Chine fait désormais partie des membres du club des pays techniquement avancés ce qui exprime sa vocation à l'hégémonie mondiale. Après la Chine, c'est la Corée du Sud qui dispose de performances très élevées en R&D et en innovation en détenant le rapport DIRD/PIB le plus élevé au monde.

Au terme de notre étude, nous avons constaté que les hautes performances technologiques de la Chine s'expliquent via les facteurs microéconomiques relatifs à l'apport de la diaspora, le rôle des entreprises innovantes et l'apport de recherche universitaire; et via les facteurs macroéconomiques en relation avec le système d'innovation chinois, les IDE et le commerce extérieur.

La diaspora scientifique et technique chinoise a joué un rôle capital dans le développement technologique de la Chine à travers le transfert de la technologie des pays développés vers la Chine. La diaspora est impliquée via sa participation dans la formation et l'enseignement, l'investissement innovant, la promotion de la science et de la technologie à travers la veille technologique et l'édification d'infrastructures scientifiques et techniques en Chine.

A travers le canal des « joint-ventures » les IDE ont participé significativement au transfert de technologie vers la Chine. Le personnel local chinois a bénéficié des mécanismes économiques et organisationnels mobilisés par les ingénieurs et techniciens étrangers dans lesquels la transférabilité de la technologie est élevée.

Enfin, le commerce international a permis aussi à la Chine d'accéder à la technologie étrangère. Les importations destinées à la transformation en vue de l'exportation sont aussi à l'origine de son rattrapage technologique (rapide) et le principal canal de transfert de technologie vers la Chine. Les opérations d'assemblage (industrie d'assemblage) effectuées par les entreprises chinoises ont considérablement contribué à la modernisation technologique des entreprises et de l'industrie chinoises en augmentant leurs capacités d'absorption et de maîtrise des technologies importées.

4.2. Suggestions et recommandations :

L'expérience Chinoise de développement scientifique et technologique peut servir de modèle pour les pays en voie de développement. Au terme de notre étude, nous avons formulé quelques recommandations qui peuvent améliorer les performances des pays en développement.

L'expérience technologique chinoise peut inspirer les politiques scientifiques et technologiques des pays en développement à plus d'un titre pour rattraper le retard qu'accusent ces pays en matière d'innovation.

En matière de recherche scientifique et technologique les efforts doivent être multipliés, en augmentant les dépenses de recherche, le nombre de chercheurs...Le partenariat université-industrie peut impacter positivement et significativement les performances technologiques des pays en développement notamment le nombre de brevets, l'exportation de haute technologie comme il a été observé en Allemagne et Japon (en 1950), au Singapour (en 1960), en Chine (en 1970), chez les bêtes tigres (en 1980), en Inde (en 1990), en Turquie et au Brésil (en 2000).

La mobilisation de la recherche universitaire est d'une actualité percutante, elle permettra aussi d'apporter de nouvelles solutions aux problèmes posés par l'économie nationale. Toute université est appelée aussi à s'impliquer dans les problématiques exprimées par son territoire pour réussir la jonction entre la recherche universitaire et l'innovation industrielle territorialisée (territoires concernés).

4.3. Perspectives de recherche

Au terme de notre étude, nous avons formulé quelques perspectives de recherche qui peuvent apporter plus d'éclaircissements aux sujets liés aux performances technologiques de la Chine: Une étude comparative des systèmes de recherche et d'innovation technologique des pays émergents peut donner plus de détails sur le développement technologique de la Chine; L'étude de l'apport de diaspora dans

transfert de technologie en Chine est une piste de recherche intéressante à plus d'un titre, elle peut donner plus de détails sur les mécanismes de mobilisation de la diaspora dans le développement scientifique et technologique des pays d'origine.

5. Liste bibliographique

Livres :

- Arvantis, R., & Wei, Z. (2012). Les politiques parallèles du développement industriel en Chine. Dans R. Bironneau, & Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P), "Académique". (Éd.), *China Innovation Inc* (pp. 87-116). Paris.
- Bironneau, R. (2012). Le système d'innovation chinois. Dans R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 181-212). Paris: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P) "Académique".
- Lundvall, B.-A., & Shulin, G. (2012). Le cheminement de la Chine vers l'innovation endogène et la croissance économique. Dans R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 213-234). Paris, France: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P).

Article de Journal :

- Chen, A., Patton, D., & Kenney, M. (2016). University technology transfer in China. A literature review and taxonomy. *The journal of technology transfert*, 41(5), 891-929.
- Smart, A., & Jinn-Yuh, H. (2004). The chinese diaspora, foreign investment and economic development in China. *The Review of International Affaires*, 3(4), 544-566.
- Elie, J., Lieber, M., & Lutringer, C. (2011). Migration et développement: les politiques de la Chine et de l'Inde à l'égard de leurs communautés d'outre-mer. *Revue Evolutions des politiques de développement*, 2(2011), 215-230.
- Arvantis, R., & Wei, Z. (2012). Les politiques parallèles du développement industriel en Chine. In R. Bironneau, & Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P), "Académique". (Ed.), *China Innovation Inc* (pp. 87-116). Paris.
- Bironneau, R. (2012). Le système d'innovation chinois. In R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 181-212). Paris: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P) "Académique".
- Chen, A., Patton, D., & Kenney, M. (2016). University technology transfer in China. A literature review and taxonomy. *The journal of technology transfert*, 41(5), 891-929.
- Lemoine, F., & Ünal-Kesenci, D. (2004). Assembly trade and technology transfer: The case of China. *World Developmnet*, 829-850.
- Lundvall, B.-A., & Shulin, G. (2012). Le cheminement de la Chine vers l'innovation endogène et la croissance économique. In R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 213-234). Paris, France: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P).
- Smart, A., & Jinn-Yuh, H. (2004). The chinese diaspora, foreign investment and economic development in China. *The Review of International Affaires*, 3(4), 544-566.
- UNCTAD. (2021). *Trade and development, report 2021*. New York: United Nations.
- UNCTAD. (2021). *World investment report 2021*. New York: United Nations.
- UNESCO. (2020). *Rapport sur l'éducation, la science et la culture*. Paris: UNESCO.
- Welch, A., & Hao, J. (2013). Returnees and diaspora as source of innovation in chinese heigher education. *Frontiers of Education in China*, 8(2), 214-238.
- Young, S., & Lan, P. (1997). Technology transfer to China through Foreign Direct Investment. *Regional Studies*, 31(7), 669-679.

Rapports:

- OCDE. (2008). Perspectives des migrations internationales. Paris: OCDE.
- OCDE. (2016). Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2015.
- OCDE. (2020). Science et innovation: notes par pays. Paris: OCDE.
- OMPI. (2020). Rapport sur la propriété intellectuelle dans le monde. Paris: OMPI.
- OMPI. (2021). Brevets d'invention. (OMPI, Editor) Retrieved Juin 25, 2021, from www.wipo.int/portal/fr/